

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. November 2003 (27.11.2003)

PCT

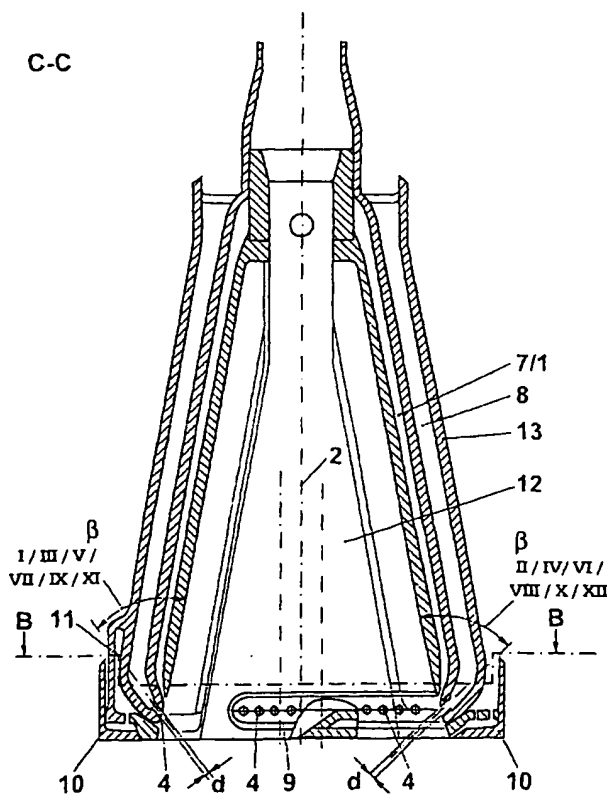
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/098110 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: F23D 14/62, F23R 3/28, F23D 17/00 (30) Angaben zur Priorität: 2002 0830/02 16. Mai 2002 (16.05.2002) CH
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP03/50163 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ALSTOM (SWITZERLAND) LTD [CH/CH]; Brown Boveri Strasse 7, CH-5401 Baden (CH).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 14. Mai 2003 (14.05.2003) (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): GRIFFIN, Timothy [US/CH]; Bachtalstrasse 15, CH-5408 Ennetbaden (CH). REISS, Frank [DE/DE]; Eichendorfstrasse 12, 79787 Lauchringen (DE). WINKLER, Dieter [DE/DE]; Am Eichwald 9, 79787 Lauchringen (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: PREMIX BURNER

(54) Bezeichnung: VORMISCHBRENNER



(57) Abstract: The invention relates to a premix burner comprising a turbulence generator (7) for a combustion air flow and means for injecting the fuel into the combustion air flow. The turbulence generator (7) comprises one or more combustion air inlets for the combustion air flow entering the burner. The means for injecting fuel into the combustion air flow comprise one or more first fuel feed elements (8) with first fuel outlets (4). The opening diameter of the outlets and/or the injection angle thereof relative to the axial and/or radial direction is configured differently. Alternatively or additionally, some of the first fuel outlets (4) can be arranged in one or several first groups of fuel outlets which are arranged close to each other, such that each of the first groups produce a fuel jet having a large jet cross-section. The inventive burner enables improved premixing of fuel with the combustion air, especially when the fuel is injected into the combustion chamber end of the burner.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft einen Vormischbrenner, mit einem Drallerzeuger (7) für einen Verbrennungsluftstrom und Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom. Der Drallerzeuger (7) weist ein oder mehrere Brennluft Eintrittsöffnungen für den in den Brenner eintretenden Verbrennungsluftstrom auf. Die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom umfassen ein oder mehrere erste Brennstoff-Zuführungen (8) mit ersten

Brennstoff-Austrittsöffnungen (4). Der Öffnungsdurchmesser der Austrittsöffnungen und/oder ihr Eindüsungswinkel relativ zur axialen and/oder

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 03/098110 A1



(74) **Gemeinsamer Vertreter:** ALSTOM (SWITZERLAND) LTD; CHSP Intellectual Property, Brown Boveri Str. 7/699/5, CH-5401 Baden (CH).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ,

TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SL, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

radialen Richtung ist unterschiedlich ausgeführt. Alternativ oder zusätzlich können einige der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) derart in ein oder mehreren ersten Gruppen von nahe beieinander liegenden Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) angeordnet sein, dass jede der ersten Gruppen einen Brennstoffstrahl mit grossem Strahlquerschnitt erzeugt. Mit dem vorliegenden Brenner lässt sich eine bessere Vermischung des Brennstoffes mit der Brennluft insbesondere in Fällen realisieren, bei denen der Brennstoff am brennraumseitigen Ende des Brenners eingedüst wird.

Vormischbrenner

Technisches Anwendungsgebiet

Die vorliegende Erfindung betrifft einen
Vormischbrenner zum Betrieb in einem Brennraum,
5 vorzugsweise in Brennkammern von Gasturbinen, gemäss
dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Ein bevorzugtes Einsatzgebiet für einen derartigen
Brenner liegt in der Gas- und Dampfturbinentechnik.

10 **Stand der Technik**

Aus der EP 0 321 809 B1 ist ein aus mehreren
Schalen bestehender kegelförmiger Brenner, ein sog.
Doppelkegelbrenner, gemäß dem Oberbegriff des
Anspruches 1 bekannt. Durch den kegelförmigen, aus
15 mehreren Schalen zusammen gesetzten Drallerzeuger wird
eine geschlossene Drallströmung in einem Drallraum
erzeugt, welche aufgrund des in Richtung des Brennraums
zunehmenden Dralls instabil wird und in eine ring-
förmige Drallströmung mit Rückströmung im Zentrum
20 übergeht. Die Schalen des Drallerzeugers sind derart
zusammengesetzt, dass entlang der Brennerachse
tangentielle Lufteintrittsschlitze für Verbrennungsluft
gebildet werden. An der Einströmkante der Kegelschalen
an diesen Lufteintrittsschlitzen sind Zuführungen für
25 das Vormischgas, d. h. den gasförmigen Brennstoff,
vorgesehen, die entlang der Richtung der Brennerachse
verteilte Austrittsöffnungen für das Vormischgas
aufweisen. Das Gas wird durch die Austrittsöffnungen
bzw. Bohrungen quer zum Lufteintrittsspalt eingedüst.
30 Diese Eindüsung führt in Verbindung mit dem im

Drallraum erzeugten Drall der Verbrennungsluft-
Brenngas-Strömung zu einer guten Durchmischung des
Vormischbrennstoffs mit der Verbrennungsluft. Eine gute
Durchmischung ist bei diesen Vormischbrennern die
5 Voraussetzung für niedrige NO_x-Werte beim
Verbrennungsvorgang.

Zur weiteren Verbesserung eines derartigen
Brenners ist aus der EP 0 780 629 A2 ein Brenner für
10 einen Wärmeerzeuger bekannt, der im Anschluss an den
Drallerzeuger eine zusätzliche Mischstrecke zur
weiteren Vermischung von Brennstoff und Verbrennungs-
luft aufweist. Diese Mischstrecke kann bspw. als
nachgeschaltetes Rohrstück ausgeführt sein, in das die
15 aus dem Drallerzeuger austretende Strömung ohne
nennenswerte Strömungsverluste überführt wird. Durch
die zusätzliche Mischstrecke können der Vermischungs-
grad weiter erhöht und damit die Schadstoffemissionen
verringert werden.

20

Die WO 93/17279 zeigt einen weiteren bekannten
Vormisch-Brenner, bei dem ein zylindrischer Drall-
erzeuger mit einem konischen Innenkörper eingesetzt
wird. Bei diesem Brenner wird das Vormischgas ebenfalls
25 über Zuführungen mit entsprechenden Austrittsöffnungen
in den Drallraum eingedüst, die entlang der axial
verlaufenden Lufteintrittsschlitze angeordnet sind. Der
Brenner weist im konischen Innenkörper zusätzlich eine
zentrale Zuführung für Brenngas auf, das nahe dem
30 Brenneraustritt zur Pilotierung in den Drallraum
eingedüst werden kann. Die zusätzliche Pilotstufe dient
dem Anfahren des Brenners sowie einer Erweiterung des
Betriebsbereiches. Im sogenannten Pilotbetrieb, welcher

im Übrigen auch für andere Vormischbrennerbauarten zum allgemein geläufigen Stand der Technik gehört, wird der Brennstoff so eingebracht - beispielsweise in Form eines entlang der Brennerachse eingedüsten Gasstrahls -
5 , dass er sich nicht vorgängig der Verbrennung mit der Brennluft vermischt. Es wird so eine Diffusionsflamme erzeugt, welche zwar einerseits zu höheren Schadstoffemissionen führt, andererseits aber auch einen wesentlich breiteren stabilen Betriebsbereich
10 aufweist.

Aus der EP 1 070 915 A1 ist ein Vormischbrenner bekannt, bei dem die Brenngasversorgung mechanisch vom Drallerzeuger entkoppelt ist. Dadurch werden beim
15 Einsatz nicht oder nur gering vorgewärmter Brenngase Spannungen aufgrund thermischer Dehnungen vermieden. Der Drallerzeuger ist hierbei mit einer Reihe von Öffnungen versehen, durch die von dem Drallerzeuger mechanisch entkoppelte Brennstoffleitungen für den Gas-
20 Vormischbetrieb ins Innere des Drallerzeugers hinein ragen und dort der verdrahteten Strömung der Verbrennungsluft gasförmigen Brennstoff zuführen.

Bei diesen bekannten Vormischbrennern des Standes der Technik handelt es sich um sog. drallstabilisierte
25 Vormischbrenner, bei denen ein Brennstoffmassenstrom vorgängig der Verbrennung in einem Brennluftmassenstrom möglichst homogen verteilt wird. Die Brennluft strömt bei diesen Brenner-Bauarten über tangentielle Luft-
30 einlassschlitze in den Drallerzeugern ein. Der Brennstoff, insbesondere Erdgas, wird typischerweise entlang der Lufteintrittsschlitze eingedüst.

In Gasturbinen werden neben Erdgas und flüssigem Brennstoff, meist Dieselöl bzw. Oil#2 auch synthetisch hergestellte Gase, sogenannte Mbtu- und Lbtu-Gase, zur Verbrennung eingesetzt. Diese Synthesegase werden durch
5 die Vergasung von Kohle oder Ölrückständen hergestellt. Sie sind dadurch gekennzeichnet, dass sie zum größten Teil aus H_2 und CO bestehen. Hinzu kommt noch ein geringerer Anteil an Inertgasen, wie N_2 oder CO_2 .

10 Bei der Verbrennung von Synthesegas kann aufgrund einer hohen Rückzündgefahr die für Erdgas bei den Brennern des Standes der Technik bewährte Eindüsung nicht beibehalten werden.

So ergeben sich im Unterschied zum Einsatz von
15 Erdgas folgende Besonderheiten und Anforderungen an einen Brenner, der mit Synthesegas betrieben werden soll. Synthesegas erfordert einen in Abhängigkeit von einer nach dem Stand der Technik an sich bekannten Verdünnung des Synthesegases rund vierfach - im Falle
20 von unverdünntem Synthesegas bis siebenfach oder sogar darüber - höheren Brennstoff-Volumenstrom gegenüber vergleichbaren Erdgasbrennern, so dass sich bei gleicher Gasbelochung des Brenner deutlich unterschiedliche Impulsverhältnisse ergeben. Aufgrund des hohen
25 Anteiles an Wasserstoff im Synthesegas und der damit verbundenen niedrigen Zündtemperatur und hohen Flammgeschwindigkeit des Wasserstoffes besteht eine hohe Reaktionsneigung des Brennstoffes, so dass insbesondere das Rückzündverhalten und die Verweilzeit von zünd-
30 fähigem Brennstoff-Luftgemisch in Brennernähe untersucht werden müssen. Weiterhin muss eine stabile und sichere Verbrennung von Synthesegasen für einen hinreichend großen Bereich von Heizwerten gewährleistet

werden, der je nach Prozessqualität der Vergasung und Ausgangsprodukt, bspw. Ölrückstände, das Synthesegas unterschiedlich zusammengesetzt ist. Um unter diesen Bedingungen bei der Verbrennung dennoch eine Vor-
5 mischung und damit die typischen niedrigen Emissionen zu erreichen, werden diese Synthesegase vor der Verbrennung meist mit Inertgasen, wie N_2 oder Wasserdampf, verdünnt. Das verringert insbesondere das aufgrund des hohen H_2 -Anteils immanente Rückzündrisiko. Der Brenner
10 muss somit Synthesegase verschiedener Zusammensetzung, insbesondere unterschiedlicher Verdünnung und daraus resultierend stark variablem Brennstoff-Volumenstrom, sicher und stabil verbrennen können.

15 Weiterhin ist es von Vorteil, wenn neben dem Synthesegas vom Brenner auch ein Reservebrennstoff, ein sogenannter Backup-Brennstoff sicher verbrannt werden kann. Diese Forderung resultiert bei den hochkomplexen integrierten Gassynthetisierungs- und Stromerzeugungs-
20 (IGCC-, Integrated Gasification Combined Cycle-) Anlagen aus der Forderung nach hoher Verfügbarkeit. Der Brenner sollte in einem derartigen Fall sicher und zuverlässig auch im Mischbetrieb von Synthesegas und Backup-Brennstoff, beispielsweise Dieselöl,
25 funktionieren, wobei das für den Brennerbetrieb im Mischbetrieb eines Einzelbrenners nutzbare Brennstoff-Mischungsspektrum zu maximieren ist. Selbstverständlich sollten geringe Emissionen, typisch $NO_x \leq 25$ vppm und $CO \leq 5$ vppm, für die spezifizierten und eingesetzten
30 Brennstoffe gewährleistet werden.

Aus der EP 0610 722 A1 ist ein Doppelkegelbrenner bekannt, bei dem eine Gruppe von Brennstoff-

Austrittsöffnungen für ein Synthesegas an einem brennraumseitigen Ende des Brenners über den Umfang des Brenners verteilt am Drallerzeuger angeordnet sind. Diese Austrittsöffnungen werden über eine gesonderte Brennstoffleitung versorgt und ermöglichen den Betrieb des Brenners mit unverdünntem Synthesegas.

Durch diese Eindüsung des Brennstoffes am brennraumseitigen Ende des Brenners kann es jedoch zu einer ungenügenden Vermischung des Brennstoffes mit der Drallströmung der Brennluft kommen, da die Verweilzeit des Brennstoffes in der Drallströmung bis zum Erreichen der Flammenstabilisierungszone (Vortex Rezirkulationszone) nur kurz ist.

Ein weiteres Problem tritt bei den vorgenannten Brennern des Standes der Technik auf, wenn diese für die Eindüsung eines Brennstoffes mit niedrigem bis mittlerem Brennwert ausgebildet sind bzw. mit einem derartigen Brennstoff betrieben werden. Brennstoffe mit niedrigem bis mittlerem Brennwert müssen mit hohen Volumenströmen in die Drallströmung eingebracht werden, um eine ausreichende Wärmeerzeugung bei der Verbrennung zu erzielen. Durch die hohen Volumenströme des Brennstoffes wird jedoch die sich im Brenner ausbildende Drallströmung gestört, so dass es in Extremfällen zu einem Ausbleiben der die Flamme stabilisierenden Rezirkulationszone kommen kann.

Darstellung der Erfindung

Ausgehend vom oben dargelegten Stand der Technik besteht die Aufgabe der vorliegenden Erfindung darin,
5 einen Vormischbrenner anzugeben, bei dem die Nachteile des Standes der Technik nicht auftreten und der insbesondere beim Betrieb mit Synthesegas oder einem Brennstoff mit niedrigem bis mittlerem Brennwert eine verbesserte Durchmischung mit der Brennluft
10 gewährleistet.

Die Aufgabe wird mit den Brennern gemäß der Patentansprüche 1 und 2 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen dieser Brenner sind Gegenstand der Unter-
15 ansprüche oder lassen sich aus der nachfolgenden Beschreibung sowie den Ausführungsbeispielen entnehmen.

Der vorliegende Brenner besteht in bekannter Weise aus einem Drallerzeuger für einen Verbrennungsluftstrom
20 und Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom. Unter Eindüsung wird in diesem Zusammenhang die Einbringung von Brennstoff über eine Austrittsöffnung verstanden, wobei vorzugsweise ein gerichteter Brennstoffstrahl beliebiger Geometrie
25 erzeugt wird. Der Drallerzeuger weist Brennluft-Eintrittsöffnungen für den vorzugsweise tangential in den Brenner eintretenden Verbrennungsluftstrom auf. Die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom umfassen ein oder mehrere erste Brennstoff-Zuführungen mit ersten Brennstoff-Austritts-
30 öffnungen. Diese Brennstoff-Austrittsöffnungen können je nach Aufbau des Brenners bspw. über den Umfang des Brenners in einer oder mehreren Ebenen senkrecht zur

Brennerlängsachse, d. h. zur axialen Richtung, verteilt oder entlang der ersten Brennstoff-Zuführungen an der Außenschale des Brenners oder an einem Innenkörper im Brenner angeordnet sein. Die ersten Brennstoff-

5 Austrittsöffnungen sind beim vorliegenden Brenner derart ausgebildet, dass der Öffnungsdurchmesser dieser ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen und/oder ein Eindüsungswinkel der ersten Brennstoff-Austritts-

10 Öffnungen relativ zur axialen und/oder zur radialen Richtung entlang der ersten Brennstoff-Zuführungen und/oder über den Umfang des Brenners variiert. In einer alternativen Ausgestaltung sind zumindest einige der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen derart in ein oder mehreren ersten Gruppen von nahe beieinander

15 liegenden Brennstoff-Austrittsöffnungen angeordnet, dass jede der ersten Gruppen einen Brennstoffstrahl mit einem - relativ zu einem durch eine einzelne Brennstoff-Austrittsöffnung gebildeten Brennstoffstrahl - großen Strahlquerschnitt erzeugt. Jede Gruppe wirkt

20 dann äquivalent zu einer Brennstoff-Austrittsöffnung mit entsprechend grösserem Öffnungsdurchmesser.

Durch die vorliegende Ausgestaltung der Brennstoff-Austrittsöffnungen mit über den Umfang des Brenners und/oder über die axiale Erstreckung des

25 Brenners variierenden Öffnungsdurchmessern und/oder axialen und/oder radialen Eindüsungswinkeln wird eine verbesserte Durchmischung des eingedüsten Brennstoffes mit der die Drallströmung ausbildenden Brennluft

30 erreicht. Die unterschiedlichen Öffnungsdurchmesser und/oder Eindüsungswinkel bewirken eine unterschiedliche Eindringtiefe des Brennstoffes in das Innenvolumen bzw. die Drallströmung des Brenners. Der

Brennstoff lässt sich hierdurch gleichmäßiger über die Brennluft verteilen. Weiterhin führt die unterschiedliche Eindringtiefe der aus den Brennstoff-Austrittsöffnungen austretenden Brennstoffstrahlen zu einer
5 geringeren Störung der Drallströmung, da sich keine zusammenhängende Brennstoffwand aufbauen kann, wie dies bei hohen Volumenströmen des Brennstoffes und identisch ausgebildeten Brennstoff-Austrittsöffnungen des Standes der Technik der Fall sein kann. Durch geeignete Wahl
10 der Eindüsungswinkel lässt sich die im Brenner entstehende Drallströmung zusätzlich unterstützen.

In einer alternativen Ausgestaltung des vorliegenden Brenners, bei der zumindest ein Teil der
15 ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen zu einzelnen Gruppen nahe beieinander liegender Brennstoff-Austrittsöffnungen angeordnet sind, wird durch die jeweiligen Brennstoff-Austrittsöffnungen einer einzelnen Gruppe ein einzelner Brennstoffstrahl eines
20 großen Durchmessers gebildet, der eine höhere Eindringtiefe als der Brennstoffstrahl einer einzelnen Austrittsöffnung aufweist. Hierfür müssen die Brennstoff-Austrittsöffnungen der einzelnen Gruppen jeweils ausreichend nahe beieinander liegen, damit sie einen
25 gemeinsamen Brennstoffstrahl bilden, wodurch jede Gruppe äquivalent zu einer Brennstoff-Austrittsöffnung mit entsprechend grösserem Öffnungsdurchmesser wirkt. Auch durch diese Ausgestaltung wird somit aufgrund der höheren Eindringtiefe des gemeinsamen Brennstoffstrahls
30 eine Variation der Eindringtiefe des Brennstoffes über den Umfang und/oder die axiale Erstreckung des Brenners erreicht, so dass sich eine bessere Durchmischung von Brennstoff und Brennluft ergibt. Selbstverständlich

lässt sich diese alternative Ausgestaltung des Brenners in beliebiger Weise auch mit der Ausgestaltung der Brennstoff-Austrittsöffnungen mit unterschiedlichen Eindüsungswinkeln und Öffnungsdurchmessern kombinieren.

- 5 Die unterschiedlichen Eindüsungswinkel lassen sich hierbei in bekannter Weise durch unterschiedliche Ausrichtung der die Brennstoff-Austrittsöffnungen bildenden Austrittskanäle in den Brennstoffzuleitungen erreichen.

10

- Vorzugsweise alternieren die Öffnungsdurchmesser bzw. Eindüsungswinkel entlang des Brenner-Umfangs oder der Brennstoff-Zuführungen zwischen zumindest zwei Werten, so dass in Umfangs- oder Längsrichtung des Brenners jeweils abwechselnd ein größerer und ein
- 15 kleinerer Eindüsungswinkel bzw. ein größerer und ein kleinerer Öffnungsdurchmesser der in dieser Richtung angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen vorliegen. Bei mehr als zwei unterschiedlichen Werten des
- 20 Öffnungsdurchmessers und/oder des Eindüsungswinkels erfolgt die entsprechende Variation vorzugsweise durch periodische Wiederholung der unterschiedlichen Öffnungsdurchmesser bzw. Eindüsungswinkel in Umfangs- oder Längsrichtung des Brenners. Vorzugsweise wird bei
- 25 gleichzeitiger Variation des Öffnungsdurchmessers und des Eindüsungswinkels relativ zur axialen Richtung bei einer Brennstoff-Austrittsöffnung mit einem größeren Eindüsungswinkel ein größerer Öffnungsdurchmesser gewählt als bei einer Brennstoff-Austrittsöffnung mit
- 30 einem kleineren Eindüsungswinkel.

Bei einer Variation der Eindüsungswinkel relativ zur radialen Richtung werden diese Eindüsungswinkel der

Brennstoff-Austrittsöffnungen derart gewählt, dass sich aus den Brennstoff-Austrittsöffnungen austretende Brennstoffstrahlen unterschiedlicher Gruppen von Austrittsöffnungen jeweils in unterschiedlichen Punkten
5 außerhalb der zentralen Brennerlängsachse im Innenvolumen des Brenners schneiden.

In der bevorzugten Ausführungsform des vorliegenden Brenners sind die ersten Brennstoff-
10 Austrittsöffnungen an einem brennraumseitigen Ende des Brenners, d. h. am Brenneraustritt, über den Umfang des Brenners verteilt angeordnet. Vorzugsweise sind hierbei die ein oder mehreren ersten Brennstoffzuführungen mit den ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen mechanisch vom
15 Drallerzeuger entkoppelt.

Die Geometrie des Drallerzeugers wie auch eines gegebenenfalls vorhandenen Drallraums können beim vorliegenden Brenner in unterschiedlicher Weise gewählt
20 werden und insbesondere die aus dem Stand der Technik bekannten Geometrien aufweisen. Durch die vorzugsweise Verteilung der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen ausschließlich am brennraumseitigen Ende des Brenners bzw. Drallraums über den Brenner-Umfang wird ein
25 Rückzünden von eingedüstem Synthesegas zuverlässig verhindert. Eine Vermischung mit der aus dem Brenner austretenden Verbrennungsluft ist dennoch in ausreichendem Maße gewährleistet. Synthesegas mit hohem Wasserstoffanteil (45 Vol%) kann unverdünnt verbrannt
30 werden (Unterer Heizwert $H_u \approx 14000 \text{ kJ/kg}$). Selbstverständlich lässt sich der Brenner auch mit Synthesegas eines anderen Wasserstoffgehaltes, beispielsweise mit $H_2 \sim 33\%$, betreiben. Der Brenner

ermöglicht in dieser Ausführungsform somit eine sichere und stabile Verbrennung sowohl von unverdünntem als auch von verdünntem Synthesegas. Das garantiert eine hohe Flexibilität beim Einsatz einer mit

5 erfindungsgemäßen Brennern ausgestatteten Gasturbine in einem IGCC-Prozess. Durch eine entsprechend im Querschnitt angepasste Ausgestaltung der ersten Brennstoffzuführung(en) können hohe Volumenströme, bis zu einem Faktor 7 im Vergleich zur Zuführung von Erdgas

10 bei bekannten Brennern des Standes der Technik, sicher zur Eindüsungsstelle am Brenneraustritt geleitet werden.

Bei dem vorliegenden Brenner sind die ein oder

15 mehreren ersten Brennstoffzuführungen mit den zugehörigen ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen vorzugsweise mechanisch und thermisch vom Drallerzeuger bzw. den den Drallerzeuger bildenden und im Betrieb deutlich wärmeren Brennerschalen entkoppelt. Auf diese Weise

20 können beide Bauteile unabhängig voneinander und ohne gegenseitige Behinderung thermische Dehnungen und insbesondere Differenzdehnungen vollziehen. Dadurch werden die thermischen Spannungen zwischen den vergleichsweise kalten ersten Brennstoffzuführungen, im

25 Folgenden auch als Gaskanäle bezeichnet, und den wärmeren Brennerschalen vermieden oder zumindest deutlich reduziert. So wird in einer Ausführungsform des vorliegenden Brenners, wie sie in den Ausführungsbeispielen näher erläutert ist, der Eindüsbereich

30 für das Synthesegas in den Brennerschalen völlig ausgeschnitten. Der erste Gaskanal wird direkt in diesen Ausschnitt der Brennerschalen verankert. Damit sind Gaskanal und Brennerschalen thermisch und

mechanisch voneinander entkoppelt und das konstruktive Problem an den Verbindungsstellen von kaltem Gaskanal und warmer Brennerschale ist gelöst. Frühere Konstruktionen wie die der EP 0610 722 A1 zeigten
5 besonders bei der Verbindung von relativ kaltem Gaskanal zu heißer Brennerschale Probleme, bspw. Risse in Folge der hohen Spannungskonzentration an diesen Verbindungsstellen. Mit der entkoppelten Lösung und dem vorgestellten Design wird die erforderliche Lebensdauer
10 des Brenners erreicht.

Die Entkopplung einzelner Brennstoffflanzen von den Brennerschalen ist bereits aus der EP 1 070 915 bekannt. Bei einer vorteilhaften Ausführungsform des vorliegenden Brenners wird diese mechanische Ent-
15 kopplung jedoch erstmals mit integralen Gaskanälen mit umfangshomogener Gaseinbringung realisiert. Gegenüber der aus der EP 1 070 950 bekannten Gaseindüsung besticht diese umfangshomogene Gaseindüsung durch eine wesentlich gleichmäßigere Verteilung des Brennstoffs in
20 der Brennluft, und damit, insbesondere bei der Verwendung von Lbtu- und Mbtu-Brennstoffen, durch ein überlegenes Emissionsverhalten bei gleichzeitig guter Flammenstabilität. Eine aufwendige spezielle Wärmeisolierung des Gaskanals gegenüber der heißen Brennerschale - wie zum Beispiel durch die dem Fachmann an
25 sich bekannten Gaskanalinserts - ist nicht notwendig.

Gerade bei einem Brenner, bei dem die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen am brennraumseitigen Ende des Brenners über den Umfang des Brenners verteilt
30 angeordnet sind, lässt sich mit der vorliegenden Variation des Eindüsungswinkels bzw. der Eindüsungstiefe eine deutlich verbesserte Vermischung des Brennstoffes mit der Brennluft erreichen.

Selbstverständlich lässt sich jedoch ein verbesserter Durchmischungseffekt wie auch eine geringere Störung der Drallströmung auch bei Brennern realisieren, bei denen die ersten Brennstoff-Zuführungen mit den ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen in Längsrichtung des Brenners entlang dessen Außenschale bzw. Außenschalen angeordnet sind.

10 In einer weiteren Ausführungsform weist der Brenner neben der bzw. den ersten Brennstoffzuführungen auch ein oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen mit einer Gruppe von im Wesentlichen entlang der Richtung der Brennerachse angeordneten zweiten Brennstoff-

15 austrittsöffnungen am Drallkörper auf. Alternativ oder in Kombination kann auch eine im Wesentlichen auf der Brennerachse angeordnete Brennstofflanze für die Eindüsung von Flüssigbrennstoff oder von Pilotgas zur Diffusionsverbrennung vorgesehen sein, die in axialer

20 Richtung in den Drallraum ragt. Die Anordnung und Ausgestaltung dieser zusätzlichen Brennstoffzuführungen kann bspw. auf der bekannten Vormischbrennertechnologie gemäß der EP 321 809 oder auch anderen Bauarten, wie bspw. gemäß der EP 780 629 oder der WO 93/17279,

25 beruhen. Derartige Brennergeometrien können mit den erfindungsgemäßen Merkmalen für die Ausbildung und Anordnung der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen realisiert werden.

30 Durch diese Ausführungsform des vorliegenden Brenners mit ein oder mehreren weiteren Brennstoffzuführungen wird ein multifunktionseller Brenner erhalten, der unterschiedlichste Brennstoffe sicher und

stabil verbrennt. Der Brenner kann insbesondere die stabile und sichere Verbrennung von Mbtu-Synthesegasen (Mindestgehalt an H_2 = 10 Vol%) mit Heizwerten (unterer Heizwert H_u oder Lower Heating Value LHV) von 3500 - 18000 kJ/kg, insbesondere 6000 bis 15000 kJ/kg, bevorzugt von 6500 bis 14500 kJ/kg oder von 7000 bis 14000 kg/kJ gewährleisten. Neben der sicheren und stabilen Verbrennung von unverdünntem und verdünntem Synthesegas bei entsprechender Anordnung der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen am brennraumseitigen Ende des Brenners kann auch Flüssigbrennstoff, bspw. Dieselöl, als Reservebrennstoff eingesetzt werden. Die eingesetzten Brennstoffe können sich hierbei im Heizwert deutlich unterscheiden, so beispielsweise bei Dieselöl mit einem Heizwert H_u = 42000 kJ/kg und Synthesegas mit einem Heizwert von 3500 - 18000 kJ/kg, insbesondere 6000 bis 15000 kJ/kg, bevorzugt von 6500 bis 14500 kJ/kg oder von 7000 bis 14000 kg/kJ.

Auch die Verwendung von Erdgas als zusätzlichem Brennstoff ist möglich. Die Eindüsung von Erdgas kann dabei wahlweise im Brennerkopf durch die Brennerlanze und/oder über die zweiten Brennstoffzuführungen erfolgen, die üblicherweise durch die an den Lufteintrittsschlitzten am Drallerzeuger bzw. Drallkörper längs angebrachten Gaskanäle gebildet werden, die dem Fachmann bspw. aus der EP 321 809 geläufig sind. Auf diese Weise kann der Brenner mit drei unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden.

Für die Verbrennung von Synthesegas sind die ersten Brennstoffzuführungen weiterhin konstruktiv an den bis zu 7-fach größeren Brennstoff-Volumenstrom angepasst und stellen insbesondere die notwendigen

Durchströmungsquerschnitte zur Verfügung. Hierbei weisen sie im Vergleich zu den Zuführungen für Erdgas einen mehrfachen Querschnitt auf.

Beim Einsatz von Öl als Brennstoff wird die aus dem Stand der Technik bekannte Eindüsung des Öls oder einer Öl-Wasseremulsion über eine Brennerlanze beibehalten. Durch verschiedene Randbedingungen, wie Einbindung der Gasturbine in den IGCC-Prozess oder fixierte Brennergruppierungen, die beibehalten werden sollen, müssen Gasturbinen, die Synthesegas verbrennen, den Mischbetrieb von Zündbrennstoff und Synthesegas gewährleisten. Der hier beschriebene Brenner funktioniert auch im Mischbetrieb von Dieselöl und Synthesegas in verschiedenen Mischungsverhältnissen stabil und sicher. Er kann über längere Zeiträume sicher im Mischbetrieb betrieben werden. Damit erreicht die Gasturbine weitere Flexibilität und kann im Betrieb von einem Brennstoff zum anderen wechseln. Der mögliche Mischbetrieb stellt einen wesentlichen betriebs-
technischen Vorteil dar.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die vorliegende Erfindung wird nachfolgend ohne Beschränkung des allgemeinen Erfindungsgedankens anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Figuren nochmals kurz erläutert. Hierbei zeigen:

- Fig. 1 schematisch einige der bei dem vorliegenden Brenner beeinflussten Parameter der Austrittsöffnungen;
- Fig. 2 eine Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels des vorliegenden Brenners;

- Fig. 3 eine Schnittansicht durch die Ebene B-B des Brenners der Figur 2;
- Fig. 4 eine beispielhafte Darstellung unterschiedlicher Eindüsungswinkel relativ zur axialen Richtung;
- Fig. 5 ein Beispiel für die Bildung einzelner Gruppen von Austrittsöffnungen für die Erzeugung eines Brennstoffstrahls mit großem Strahldurchmesser;
- Fig. 6 ein Beispiel für die Variation des Eindüsungswinkels relativ zur radialen Richtung;
- Fig. 7 ein stark schematisiertes Beispiel für einen Brenner mit entlang der Längserstreckung des Brenners angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen sowie Beispiele für die Ausgestaltung der Brennstoff-Austrittsöffnungen;
- Fig. 8 ein Beispiel für eine Ausgestaltung des Brenners mit konischem Innenkörper; und
- Fig. 9 ein Beispiel für eine weitere mögliche Ausgestaltung des Brenners.

25 Wege zur Ausführung der Erfindung

Figur 1 zeigt zur Veranschaulichung unterschiedliche Parameter bei der Ausgestaltung von Brennstoff-Austrittsöffnungen, die bei der Realisierung des vorliegenden Brenners eine Rolle spielen. In der Figur ist in Teilabbildung a) schematisch ein Teil eines Brenners in Schnittansicht dargestellt, bei dem die

Brennerschale 1, eine zentrale Brennerlängsachse 2 sowie ein am brennraumseitigen Ende des Brenners vorgesehenes Frontpanel 3 zu erkennen sind. Über den Umfang der Brennerschale 1 sind in diesem Beispiel Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 angeordnet, die den Öffnungsdurchmesser d sowie eine einheitliche Distanz a zum Frontpanel 3 aufweisen. Die Brennerschale 1 hat in diesem Beispiel eine Neigung von $\alpha = 11^\circ$ zur durch die Brennerlängsachse 2 vorgegebenen axialen Richtung. Die Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 sind als Austrittskanäle ausgebildet, deren Kanalachse 5 unter einem bestimmten Winkel zur axialen und radialen Richtung des Brenners verläuft. Der Kanalverlauf ist in dieser Figur durch die seitlich herausgeführten Linien mit dem darin schraffiert angedeuteten Öffnungsquerschnitt veranschaulicht. Durch die Richtung der Austrittskanalachse 5 zur axialen und radialen Richtung des Brenners wird die Eindüsungsrichtung des Brennstoffes in den Innenraum des Brenners vorgegeben. In der Figur ist der Geschwindigkeitsvektor c der Eindüsung sowie seine entsprechenden Komponenten in axialer Richtung (u) sowie in radialer Richtung (v) zu erkennen. Der Eindüsungswinkel relativ zur axialen Richtung ist mit ψ bezeichnet, der Winkel relativ zum Lot auf die Brennerwand bzw. Brennerschale 1 mit β . Typische Werte für den Winkel β betragen 20° , 30° oder 40° .

In Teilfigur b) ist weiterhin eine Draufsicht auf einen Brenner gemäß Teilfigur a) dargestellt. In dieser Figur ist die in Teilabbildung a) nicht erkennbare Geschwindigkeitskomponente w des durch die Brennstoff-Eintrittsöffnung 4 eingedüsten Brennstoffstrahls zu erkennen. Diese Geschwindigkeitskomponente weist einen

Winkel δ relativ zur radialen Richtung des Brenners auf. Im vorliegenden Beispiel erfolgt die Eindüsung gleichsinnig zur Drallrichtung 6 der in den Brenner eintretenden Brennluft, wie dies aus der Teilabbildung
5 ersichtlich ist.

Bei dem vorliegenden Brenner werden nun die in der Figur 1 veranschaulichten Parameter, d. h. der Eindüsungswinkel ψ relativ zur axialen Richtung, der
10 Eindüsungswinkel δ relativ zur radialen Richtung sowie der Öffnungsdurchmesser d der Brennstoff-Austrittsöffnungen in Umfangsrichtung des Brenners und/oder entlang der Brennstoff-Zuführungen variiert, so dass unterschiedliche Gruppen von Brennstoff-Austritts-
15 Öffnungen unterschiedliche Eindüsungswinkel δ oder ψ und/oder unterschiedliche Öffnungsdurchmesser d aufweisen.

Der Öffnungsdurchmesser d , der Abstand zwischen
20 den einzelnen Austrittsöffnungen, das Impulsverhältnis zwischen Brennstoff und Brennluft wie auch die Eindüsungsrichtung haben einen Einfluss auf die Eindringtiefe des Brennstoffstrahls in den Brenner bzw. die Drallströmung innerhalb des Brenners. Diese Eindring-
25 tiefe ist proportional zu $J^a \times d^b \times \sin\psi$, wobei a und b positive Exponenten, J das Impulsverhältnis zwischen Brennstoff und Brennluft und d der Durchmesser der Brennstoff-Austrittsöffnungen sind.

30 Aus diesem Zusammenhang ist ersichtlich, dass eine Erhöhung des Brennstoff-Einspritzimpulses einen signifikanten Einfluss auf die Eindringtiefe hat. Allerdings ist der in einem Brennstoffsystem verfügbare Brenn-

stoffdruck limitiert. Auch der Öffnungsdurchmesser der Brennstoff-Austrittsöffnungen hat einen Einfluss auf die Eindringtiefe, ist jedoch ebenfalls begrenzt.

Insbesondere kann ein zu großer Öffnungsdurchmesser die
5 Zuverlässigkeit des Brennstoffsystems während eines Teillastbetriebs sowie während eines Brennölbetriebs negativ beeinflussen. Dies betrifft insbesondere die thermoakustische Stabilität des Gesamtsystems.

10 Figur 2 zeigt beispielhaft einen Aufbau eines Brenners mit ersten Brennstoff-Zuführungen und Brennstoff-Austrittsöffnungen, die gemäß der vor-
liegenden Erfindung ausgebildet sein können. Bei dieser Ausgestaltung eines Brenners, der insbesondere für die
15 Eindüsung von Synthesegas geeignet ist, sind erste Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 radial am Brenner-
austritt, d. h. am Ende des den Drallraum bildenden Innenvolumens 12 des Brenners über den Umfang des
Brenners verteilt in einer Reihe angeordnet. Durch
20 diese Eindüsung am Brenneraustritt wird die Verbrennung des wasserstoffreichen Synthesegases auch unverdünnt möglich. Die Figur zeigt hierbei die Brennerschalen 1,
die in diesem Beispiel durch ihre kegelschalenförmige Ausgestaltung den Drallerzeuger 7 bilden. Außerhalb
25 dieses Drallerzeugers 7 ist ein Gaszuführelement 13 angeordnet, das den Drallerzeuger 7 radial umschließt
und den oder die ersten Brennstoff-Zuführungen 8 für die Zufuhr von Synthesegas bildet. Am brennraumseitigen
Ende dieses Gaszuführelementes 13 sind die ersten
30 Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 für das Synthesegas angeordnet. Diese Austrittsöffnungen 4 bilden Aus-
trittskanäle, die die Eindüsungsrichtung des Synthesegases vorgeben. Der in diesem Beispiel angedeutete

Eindüsungswinkel ψ relativ zur axialen Richtung und/oder der Durchmesser d dieser Kanäle bzw. Öffnungen 4 variieren beim vorliegenden Brenner, wie dies bspw. aus den nachfolgenden Figuren 4 - 6 hervorgeht.

5

Im vorliegenden Beispiel sind insgesamt 12 erste Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 nebeneinander über den Umfang des Brenners gleichmäßig verteilt angeordnet, die mit den römischen Ziffern I - XII bezeichnet sind.

10 Die ungeradzahligen Austrittsöffnungen 4 haben hierbei einen Eindüsungswinkel ψ relativ zur axialen Richtung von ca. 50° (60° zur Brennerschale), während die ungeradzahligen Austrittsöffnungen 4 einen Eindüsungswinkel von ca. 40° zur axialen Richtung (50° zur

15 Brennerschale) aufweisen.

Die vergleichsweise kalten Brennstoff-Zufuhrkanäle 8 zur Eindüsung des Synthesegases und die im Prinzip deutlich wärmeren Brennerschalen 1 sind in diesem

20 Beispiel thermisch und mechanisch voneinander entkoppelt. Dadurch werden die thermischen Spannungen deutlich reduziert. Die Verbindung zwischen dem Gaszuführelement 13 und dem Drallerzeuger 7 erfolgt über an beiden Bauteilen vorgesehene Laschen 10 bzw. 11, die

25 miteinander verbunden werden. Auf diese Weise werden minimale thermische Spannungen erreicht. In der Figur ist weiterhin eine Öffnung bzw. ein umlaufender Spalt 9 am Drallerzeuger 7 zu erkennen, der notwendig ist, um eine Verbindung zwischen den Austrittsöffnungen 4 des

30 Gaszuführelements 13 und dem Drallraum 12 zu ermöglichen.

Beim vorliegenden Beispiel ist der Eindüsbereich für den Brennstoff in den Brennerschalen völlig ausgeschnitten. Dabei wird das Gaszuführelement 13 direkt in diesen Ausschnitt der Brennerschalen 1 bzw. des Drallerzeugers 7 verankert. Damit ist das Spannungsproblem an den Verbindungsstellen von kaltem Gaszuführelement 13 und warmer Brennerschale gelöst. Der Drallerzeuger 7 selbst ist vorzugsweise aus zumindest zwei Teilschalen mit tangentialen Luft-eintrittsschlitzten ausgebildet, wie dies bspw. EP 0 321 809 B1 bekannt ist.

Figur 3 zeigt den Brenner der Figur 2 nochmals entlang der Schnittlinie B-B. In dieser Figur sind deutlich die beiden Teilschalen des Drallerzeugers 7 mit den tangentialen Lufteintrittsschlitzten 14 sowie die Brennstoff-Zuführungen 8 des Gaszuführelementes 13 zu erkennen. In diesen Brennstoff-Zuführungen 8 sind wiederum die jeweils 12 Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 angedeutet. Der Brenner ist von einem Gehäuse 15 umschlossen. Das Gaszuführelement 13 kann einerseits als ringförmiger Zuführungsschlitz zur Bildung eines einzigen Brennstoff-Zufuhrkanals 8 ausgebildet sein oder auch in getrennte Brennstoff-Zufuhrkanäle unterteilt sein. Selbstverständlich ist es auch möglich, einzelne Zuführungsleitungen als Brennstoff-Zufuhrkanäle 8 bis zu den Austrittsöffnungen 4 zu führen.

Die Brennstoff-Zufuhrkanäle 8 sind für die Zuführung von Synthesegas auf den bis zu siebenfach größeren Brennstoffvolumenstrom im Vergleich zu herkömmlichen Brennstoffen angepasst und stellen insbesondere die notwendigen großen Strömungsquerschnitte zur Verfügung.

Selbstverständlich können bei einem derartigen Brenner auch zusätzliche Gaseindüsenkanäle entlang der Lufteintrittsschlitze 14 angeordnet sein, wie dies
5 bei den bekannten Brennergeometrien des Standes der Technik, bspw. der bereits genannten EP 0 321 809 B1 der Fall ist. Über diese weiteren Brennstoff-Zufuhrkanäle kann üblicher Brennstoff zusätzlich oder alternativ zum Synthesegas in das Innenvolumen 12
10 eingedüst werden.

Figur 4 zeigt schematisch die Eindüsenrichtung der Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 eines Brenners wie dem der Figuren 2 und 3 gemäß einem Ausführungsbeispiel
15 der vorliegenden Erfindung. In der Teilansicht a) ist eine Hälfte des Brenners in Draufsicht mit den über den Umfang verteilt angeordneten Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 zu erkennen. Die Eindüsenrichtung der zwölf dargestellten Austrittsöffnungen 4 relativ zur
20 radialen Richtung beträgt $\alpha = 0^\circ$, d. h. dass alle aus den Austrittsöffnungen austretenden Brennstoffstrahlen auf die zentrale Längsachse des Brenners ausgerichtet sind, wie dies mit den in der Figur dargestellten Linien veranschaulicht ist.

25

In Teilabbildung b) ist der in diesem Beispiel zwischen zwei Werten alternierende Eindüsenwinkel α relativ zur axialen Richtung des Brenners zu erkennen, der die Werte $\alpha = 40^\circ$ und $\alpha = 50^\circ$ annimmt. Alle
30 geradzahligen Brennstoff-Austrittsöffnungen (II/IV/VI/VIII/X/XII) weisen den Eindüsenwinkel von 50° , alle ungeradzahligen Austrittsöffnungen 4 (I/III/V/VII/IX/XI) weisen den kleineren Eindüsen-

winkel von $\alpha = 40^\circ$ auf. Durch diese Variation des Eindüsungswinkels α über den Umfang des Brenners wird die lokale Vermischung des eingedüsten Brennstoffes mit der Brennluft aufgrund der unterschiedlichen Eindringtiefe der Brennstoffstrahlen verbessert. Der Überlapp
5 der einzelnen Brennstoffstrahlen wird verringert, so dass der Brennstoff besser innerhalb der Drallströmung verteilt wird.

10 Eine verbesserte Verteilung lässt sich auch durch eine Variation der Öffnungsdurchmesser d der einzelnen Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 erreichen. So können diese bspw. in gleicher Weise wie die Eindüsungswinkel der Figur 4 zwischen zwei Werten alternieren, so dass
15 jede zweite Austrittsöffnung den gleichen Öffnungsdurchmesser aufweist. Durch diese unterschiedlichen Öffnungsdurchmesser wird ebenfalls die Eindringtiefe des Brennstoffstrahls verändert, so dass eine bessere Verteilung und Durchmischung des Brennstoffes mit der
20 Brennluft erreicht wird. Selbstverständlich lässt sich die Variation des Öffnungsdurchmessers jederzeit mit der Variation der Eindüsungswinkel kombinieren. Hierbei wird vorzugsweise ein größerer Öffnungsdurchmesser mit einem größeren Eindüsungswinkel kombiniert.

25

Figur 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der Eindüsung bei einem Brenner gemäß der vorliegenden Erfindung. Auch diese Figur zeigt wiederum schematisch eine Hälfte eines Brenners gemäß der Figuren 2 bzw. 3
30 in Draufsicht, wobei in diesem Beispiel neun Austrittsöffnungen 4 zu erkennen sind. Jeweils drei dieser Austrittsöffnungen 4 sind in diesem Beispiel nahe beieinander angeordnet, so dass über den gesamten

Umfang des Brenners insgesamt 6 Gruppen von Austrittsöffnungen 4 gebildet werden, von denen drei in der Figur dargestellt sind. Durch diese Gruppierung der Austrittsöffnungen 4 formen sich die aus den Austrittsöffnungen 4 einer Gruppe zunächst austretenden Einzelstrahlen zu einem Gesamtstrahl, der aufgrund dieser Zusammenführung einen großen Strahldurchmesser mit höherer Eindringtiefe aufweist. Durch diese Gruppierung lässt sich somit ebenfalls die Eindringtiefe des Brennstoffes in den Innenraum 12 des Brenners bzw. die Drallströmung lokal vergrößern.

In der Figur 5 sind hierbei zusätzlich unterschiedliche Eindüsungswinkel α der einzelnen Gruppen von Austrittsöffnungen relativ zur radialen Richtung gewählt, die sich in einem Punkt 16 außerhalb der Brennerlängsachse 2 schneiden.

Selbstverständlich lassen sich neben diesen Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen auch weitere, nicht gruppierte Austrittsöffnungen vorsehen, über die zusätzlich Brennstoffstrahlen mit geringerem Strahldurchmesser eingedüst werden. Auch eine Kombination mit unterschiedlichen Eindüsungswinkeln α relativ zur axialen Richtung und/oder unterschiedlichen Öffnungsdurchmessern der einzelnen Brennstoff-Austrittsöffnungen ist selbstverständlich möglich. So können bspw. gruppierte Austrittsöffnungen größere Öffnungsdurchmesser aufweisen als ungruppierte Austrittsöffnungen oder die Öffnungsdurchmesser der Austrittsöffnungen können von Gruppe zu Gruppe variieren.

Figur 6 zeigt ein weiteres Beispiel für eine Eindüsung des Brennstoffes bei einem Brenner gemäß der vorliegenden Erfindung. In diesem Beispiel variiert der Eindüsungswinkel d relativ zur radialen Richtung des Brenners über den Brennerumfang, so dass sich die Eindüsungsrichtungen in einem Punkt 16 weit außerhalb der Brennerlängsachse 2 schneiden. Wird der Brennstoff hierbei gleichsinnig zur Richtung des sich im Innenvolumen 12 ausbildenden Dralls der Brennluft eingespritzt, ergibt sich eine größere Eindringtiefe als bei gegensinniger Eindüsung. Auch über diesen Eindüsungswinkel d kann somit eine bessere Verteilung des Brennstoffes innerhalb der Drallströmung erreicht werden. Zusätzlich kann durch die gleichsinnige Eindüsung zur Richtung der Drallströmung die Stärke dieser Strömung vergrößert werden, so dass der Flammenstabilisationsprozess dadurch unterstützt werden kann. Auch diese Variation des Eindüsungswinkels d relativ zur radialen Richtung lässt sich mit den vorangehend erläuterten Beispielen kombinieren. Selbstverständlich ist es auch möglich, einzelne Gruppen von Brennstoff-Austrittsöffnungen bezüglich ihres Eindüsungswinkels d so auszubilden, dass ihre Eindüsungsrichtungen unterschiedliche Schnittpunkte 16 innerhalb des Innenvolumens des Brenners bilden.

Es versteht sich von selbst, dass die in den vorangehenden Ausführungsbeispielen gezeigte Anzahl der Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 je nach Anforderung beliebig gewählt werden kann. Ebenso lassen sich selbstverständlich auch mehrere Reihen von Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 vorsehen, die gemäß der vorangehenden Beispiele ausgebildet sein können.

Auch bei einer Eindüsung des Brennstoffes über Brennstoff-Austrittsöffnungen, die in axialer Richtung der Brennerschalen angeordnet sind, lassen sich diese
5 gemäß den vorangehenden Ausführungsbeispielen aus-
bilden. Dies ist beispielhaft aus Figur 7 ersichtlich, die in Teilabbildung a) eine bekannte Brennergeometrie mit dem Drallerzeuger 7 sowie den am Drallerzeuger 7
angeordneten Brennstoff-Zuführungen 8 mit entsprechen-
10 den Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 zeigt. Die Brennstoff-Austrittsöffnungen 4 der einzelnen Brennstoff-Zuführungen 8 können gemäß Teilabbildung b) bspw. mit unterschiedlichem Öffnungsdurchmesser ausgebildet sein, um unterschiedliche Eindringtiefen zu erreichen. In
15 einer weiteren Ausgestaltung können die Kanalachsen der Austrittskanäle dieser Austrittsöffnungen 4 unterschiedliche Winkel sowohl zur radialen als auch zur axialen Richtung des Brenners bilden. Mit derartigen Ausgestaltungen lassen sich somit die gleichen Effekte
20 erzielen, wie in Zusammenhang mit den vorangehenden Figuren erläutert.

Wenngleich die Erfindung in erste Linie an einem Doppelkegelbrenner einer aus der EP 0 321 809 B1
25 bekannten Bauart dargestellt wurde, erkennt der Fachmann ohne Weiteres die Anwendbarkeit der Erfindung auch an anderen Brennerbauarten und Drallerzeugergeometrien, bspw. wie sie aus der EP 780 629 oder der WO 93/17279 bekannt sind. Auch Abwandlungen dieser Brenner-
30 geometrien sind selbstverständlich möglich, solange sich die erfindungsgemäße Ausgestaltung der Brennstoff-Austrittsöffnungen bei diesen Brennerarten realisieren lässt.

So zeigt bspw. Figur 8 ein Beispiel eines Drall-
erzeugers 7 mit einem rein zylindrischen Drallkörper
17, in den ein konischer Innenkörper 18 eingesetzt ist.
5 In diesem Beispiel sind am brennraumseitigen Ende des
Drallraums 12 die Austrittsöffnungen 4 für Synthesegas
über den Umfang des Brenners verteilt angeordnet. Die
Brennstoff-Zufuhrkanäle 8 sind in dieser Darstellung
nicht eingezeichnet. Auch hier können zusätzlich an den
10 nicht dargestellten tangentialen Lufteintrittsschlitten
weitere Gasaustrittsöffnungen für Erdgas einschließlich
der dafür erforderlichen Zuleitungen vorgesehen sein.

Ein weiteres Beispiel eines Brenners, bei dem der
15 Drallerzeuger 7 als Drallgitter ausgebildet ist, über
das eintretende Brennluft 19 in Drall versetzt wird,
ist schematisch in Figur 9 dargestellt. Über die zu
Austrittsöffnungen im Bereich des Drallerzeugers 7
führenden Zuleitungen 20 kann zusätzlicher Brennstoff
20 zur Premix-Beladung in die Brennluft 19 eingebracht
werden. Die Zufuhr eines Pilotbrennstoffes oder eines
Flüssigbrennstoffes wird über eine zentral in das
Innenvolumen 12 ragende Düse 21 realisiert. Auch bei
diesem Brenner sind am brennraumseitigen Ende des
25 Innenvolumens 12 die Austrittsöffnungen 4 für das
Synthesegas über den Umfang des Brenners verteilt
angeordnet und werden über die Brennstoff-Zufuhrkanäle
8 mit Synthesegas beaufschlagt. Bei beiden
Brennergeometrien der Figuren 8 und 9 lassen sich
30 ersichtlich die gleichen Ausgestaltungen der
Austrittsöffnungen 4 realisieren, wie bei dem in den
Figuren 2 und 3 dargestellten Brenner.

Bezugszeichenliste

	1	Brennerschale
5	2	Brennerlängsachse
	3	Frontpanel
	4	erste Brennstoff-Austrittsöffnung
	5	Austrittskanalachse
	6	Drallrichtung
10	7	Drallerzeuger
	8	erste Brennstoff-Zuführung
	9	Öffnungsschlitz im Drallerzeuger
	10	Laschen am Drallerzeuger
	11	Laschen am Gaszuführelement
15	12	Innenvolumen (Drallraum)
	13	Gaszuführelement
	14	Luftteintrittsschlitze
	15	Gehäuse
	16	Schnittpunkt
20	17	Drallkörper
	18	Innenkörper
	19	Brennluft
	20	Zuleitungen
	21	Düse

Patentansprüche

1. Vormischbrenner, im Wesentlichen bestehend aus einem Drallerzeuger (7) für einen Verbrennungsluftstrom- und Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom, wobei der Drallerzeuger (7) ein oder mehrere Brennluft-Eintrittsöffnungen für den in den Brenner eintretenden Verbrennungsluftstrom aufweist und die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom ein oder mehrere erste Brennstoffzuführungen (8) mit ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) umfassen, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) derart ausgebildet sind, dass der Öffnungsdurchmesser der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) und/oder ein Eindüsungswinkel der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) relativ zur axialen und/oder zur radialen Richtung entlang der Brennstoffzuführungen (8) und/oder über den Umfang des Brenners variiert.
2. Brenner, im Wesentlichen bestehend aus einem Drallerzeuger (7) für einen Verbrennungsluftstrom und Mitteln zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom, wobei der Drallerzeuger (7) ein oder mehrere Brennluft-Eintrittsöffnungen für den in den Brenner eintretenden Verbrennungsluftstrom aufweist und die Mittel zur Eindüsung von Brennstoff in den Verbrennungsluftstrom ein

oder mehrere erste Brennstoffzuführungen (8) mit ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) umfassen, dadurch gekennzeichnet,

5 dass zumindest einige der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) in ein oder mehreren ersten Gruppen von nahe beieinander liegenden Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) angeordnet sind, derart, dass jede der ersten Gruppen einen Brennstoffstrahl mit großem Strahlquerschnitt erzeugt.

10

3. Brenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einige der ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) in ein oder mehreren ersten
15 Gruppen von nahe beieinander liegenden Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) angeordnet sind, derart, dass jede der ersten Gruppen einen Brennstoffstrahl mit großem Strahlquerschnitt erzeugt.

20 4. Brenner nach einem der Ansprüche 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass sich zumindest einige der ersten Gruppen von ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) durch unterschiedliche Öffnungsdurchmesser der
25 jeweiligen Brennstoff-Austrittsöffnungen unterscheiden.

5. Brenner nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
30 dass verbleibende, nicht in ersten Gruppen angeordnete erste Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) einen geringeren Öffnungsdurchmesser aufweisen als die in ein oder mehreren ersten Gruppen

angeordneten ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen
(4).

- 5 6. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Eindüsungswinkel der ersten Brennstoff-
Austrittsöffnungen (4) relativ zur axialen
Richtung über den Umfang zwischen zumindest zwei
Werten alterniert.
- 10 7. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Öffnungsdurchmesser der ersten
Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) über den Umfang
15 zwischen zumindest zwei Werten alterniert.
- 20 8. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass erste Brennstoff-Austrittsöffnungen (4) mit
einem größeren Eindüsungswinkel relativ zur
axialen Richtung einen größeren Öffnungs-
durchmesser aufweisen als erste Brennstoff-
Austrittsöffnungen (4) mit einem kleineren
Eindüsungswinkel.
- 25 9. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Eindüsungswinkel relativ zur radialen
Richtung derart gewählt ist, dass sich an den
ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4)
30 austretende Brennstoffstrahlen unterschiedlicher
zweiter Gruppen von ersten Brennstoff-Austritts-
öffnungen (4) jeweils in unterschiedlichen Punkten

(16) ausserhalb einer zentralen Brennerlängsachse
(2) schneiden.

10. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
5 dadurch gekennzeichnet,
dass die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4)
an einem brennraumseitigen Ende des Brenners über
den Umfang des Brenners verteilt angeordnet sind.
- 10 11. Brenner nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ersten Brennstoff-Austrittsöffnungen (4)
in einer Reihe angeordnet sind.
- 15 12. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ein oder mehreren ersten Brennstoff-
zuführungen (8) mechanisch von dem Drallerzeuger
(7) entkoppelt sind.
- 20 13. Brenner nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ein oder mehreren ersten Brennstoff-
zuführungen (8) mit den ersten Brennstoff-
25 Austrittsöffnungen (4) ein erstes den
Drallerzeuger (7) umgebendes Bauteil (13) bilden,
wobei der Drallerzeuger (7) am brennraumseitigen
Ende Öffnungen (9) für den Zugang der ersten
Austrittsöffnungen (4) zu einem Innenvolumen (12)
30 des Brenners aufweist.
14. Brenner nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,

dass das erste Bauteil (13) über Verbindungs-
laschen (10, 11) mit dem Drallerzeuger (7)
verbunden ist.

- 5 15. Brenner nach einem der vorstehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die erste Brennstoffzuführung (8) als am
Umfang des Drallerzeugers (7) verlaufender
Ringschlitz ausgebildet ist.
- 10 16. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die ein oder mehreren ersten Brennstoff-
zuführungen (8) mit den ersten Brennstoff-
15 Austrittsöffnungen (4) im Wesentlichen entlang der
axialen Richtung am Drallerzeuger (7) angeordnet
sind.
- 20 17. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 15,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein oder mehrere zweite Brennstoffzuführungen
mit einer Gruppe von im Wesentlichen entlang der
axialen Richtung angeordneten zweiten Brennstoff-
25 Austrittsöffnungen am Drallerzeuger (7) angeordnet
sind.
- 30 18. Brenner nach Anspruch 17,
dadurch gekennzeichnet,
dass die eine oder mehreren ersten Brennstoff-
zuführungen (8) mit einem Querschnitt ausgestaltet
sind, der einen mehrfach höheren Volumenstrom als
die ein oder mehreren zweiten Brennstoff-
zuführungen ermöglicht.

19. Brenner nach einem der Ansprüche 17 oder 18,
dadurch gekennzeichnet,
dass in einem Innenvolumen (12) des Brenners ein
5 Innenkörper (18) angeordnet ist, wobei die zweiten
Brennstoff-Austrittsöffnungen wenigstens einer
zweiten Brennstoffzuführung im Wesentlichen
entlang der axialen Richtung verteilt auf dem
Innenkörper (18) angeordnet sind.
- 10
20. Brenner nach einem der Ansprüche 17 bis 19,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweiten Brennstoff-Austrittsöffnungen
derart ausgebildet sind, dass der Öffnungs-
15 durchmesser der zweiten Brennstoff-Austritts-
öffnungen und/oder ein Eindüsungswinkel der
zweiten Brennstoff-Austrittsöffnungen relativ zur
axialen und/oder zur radialen Richtung entlang der
Brennstoffzuführungen und/oder über den Umfang des
20 Brenners variiert.
21. Brenner nach einem der Ansprüche 17 bis 20,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest einige der zweiten Brennstoff-
25 Austrittsöffnungen derart in ein oder mehreren
dritten Gruppen von nahe beieinander liegenden
Brennstoff-Austrittsöffnungen angeordnet sind,
dass jede der dritten Gruppen einen Brennstoff-
strahl mit großem Strahlquerschnitt erzeugt.
- 30
22. Brenner nach einem der Ansprüche 17 bis 21,
dadurch gekennzeichnet,
dass Mittel zur unabhängigen Steuerung der

Vormischbrennstoffzufuhr zu der bzw. den ersten und zu der bzw. den zweiten Brennstoffzuführungen vorgesehen sind.

- 5 23. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass der Drallerzeuger (7) als Drallgitter ausgebildet ist.
- 10 24. Brenner nach einem der Ansprüche 1 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Brennluft-Eintrittsöffnungen im Wesentlichen in axialer Richtung verlaufende tangentiale Eintrittsschlitze (14) sind.
- 15 25. Verfahren zum Betrieb eines Brenners nach einem der Ansprüche 17 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass über die erste(n) Brennstoffzuführung(en) (8) Synthesegas und über die zweite(n) Brennstoffzuführung(en) Erdgas zugeführt wird.
- 20

217

C-C

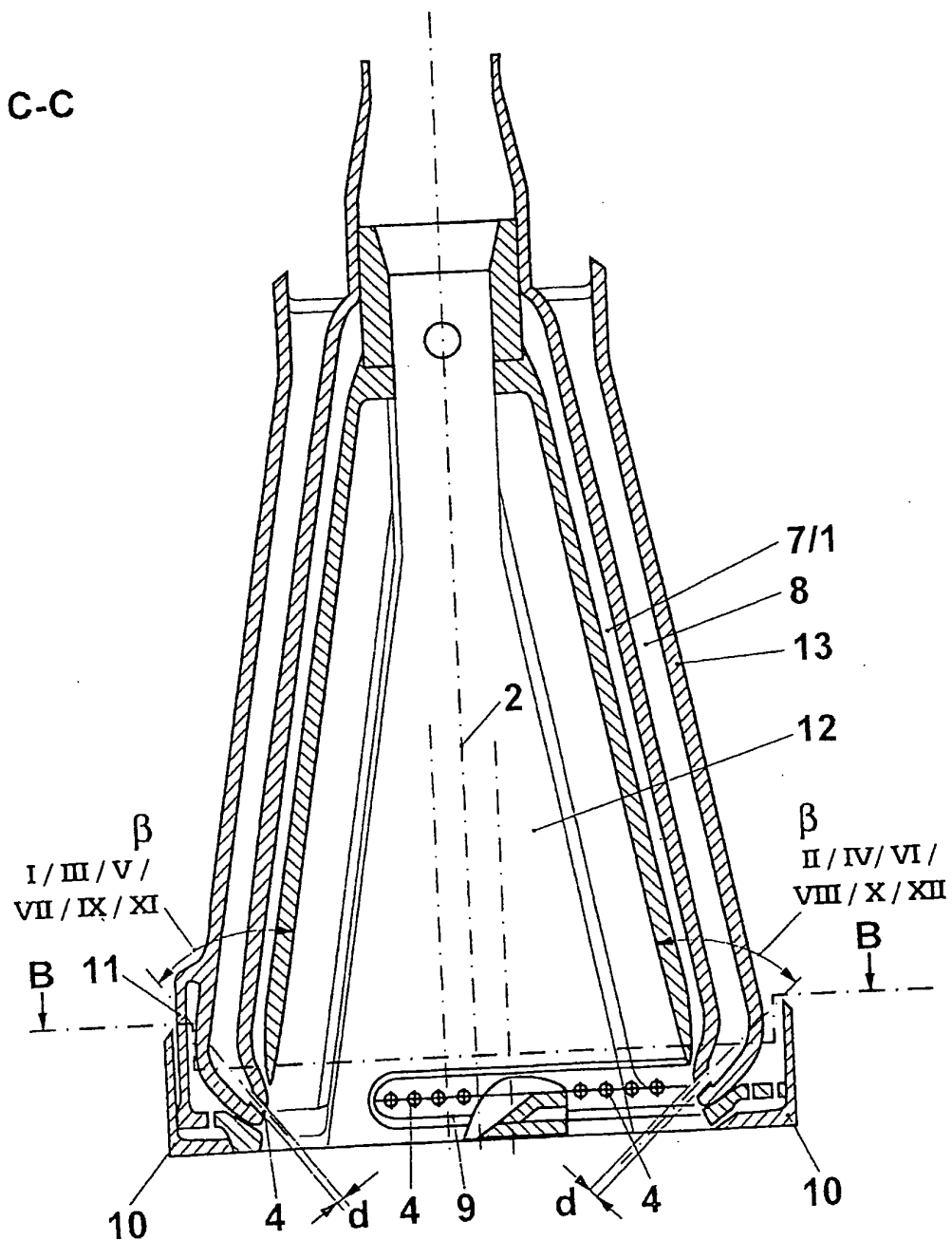


FIG. 2

3 / 7

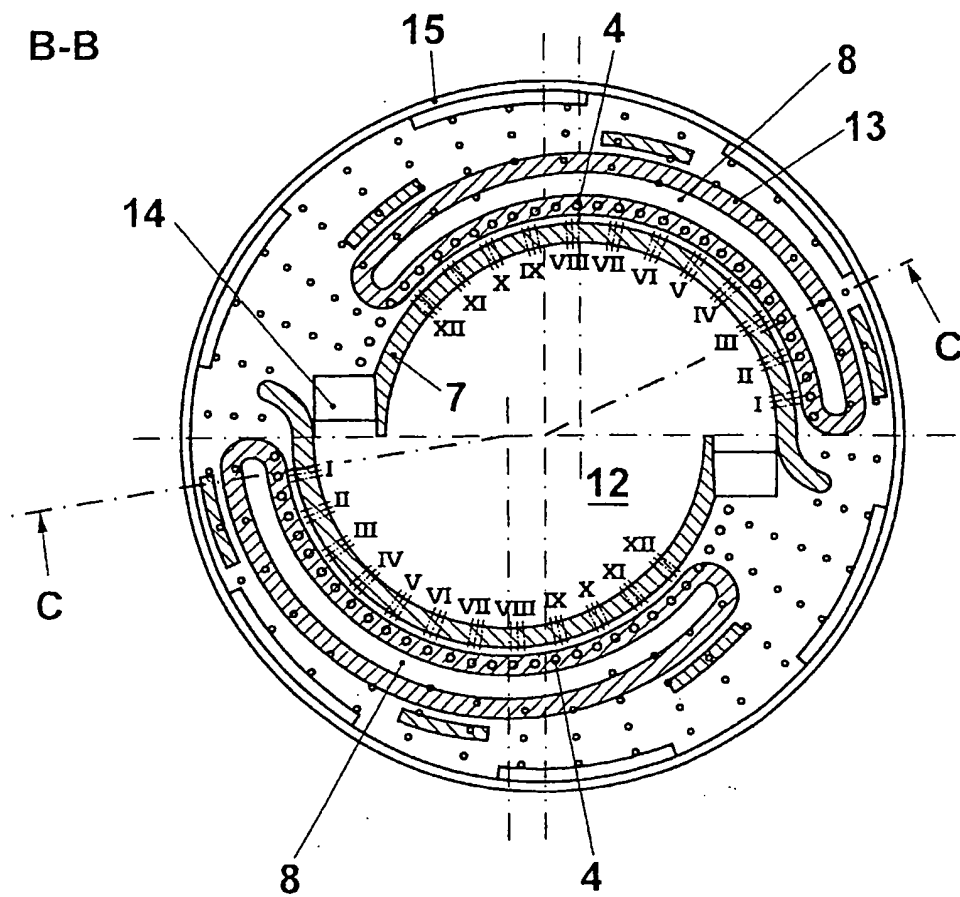


FIG. 3

4 / 7

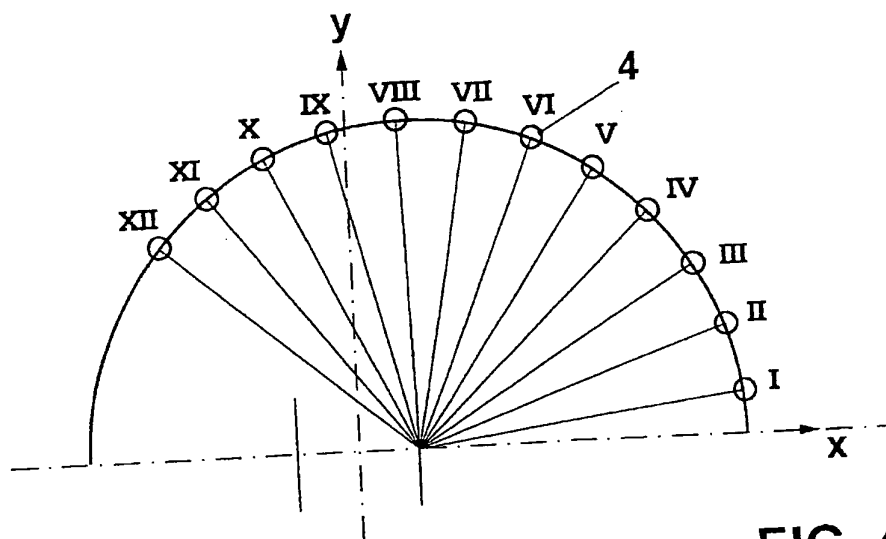


FIG. 4a

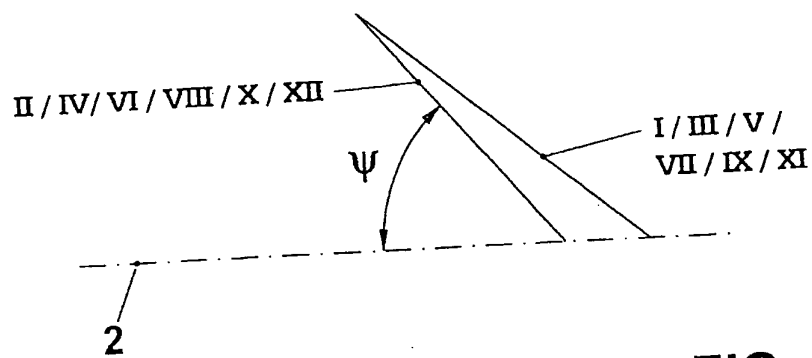


FIG. 4b

5 / 7

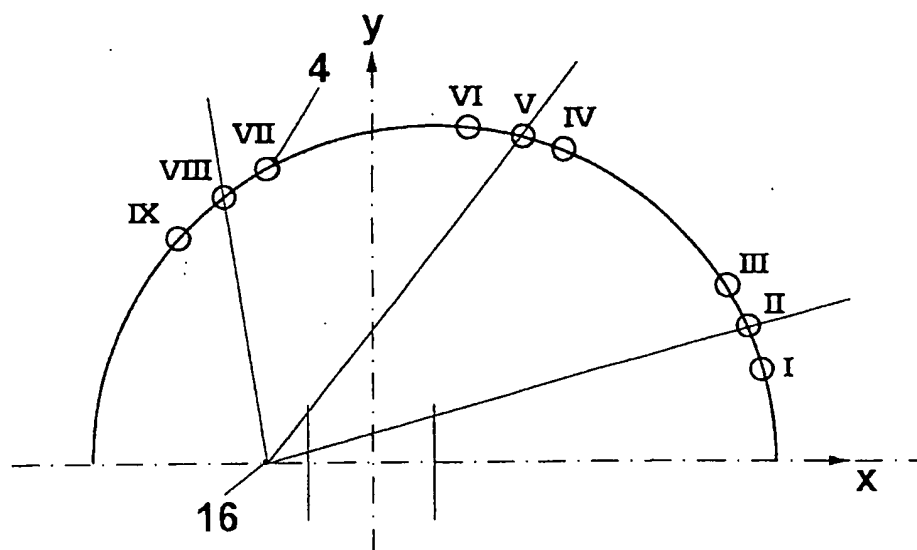


FIG. 5

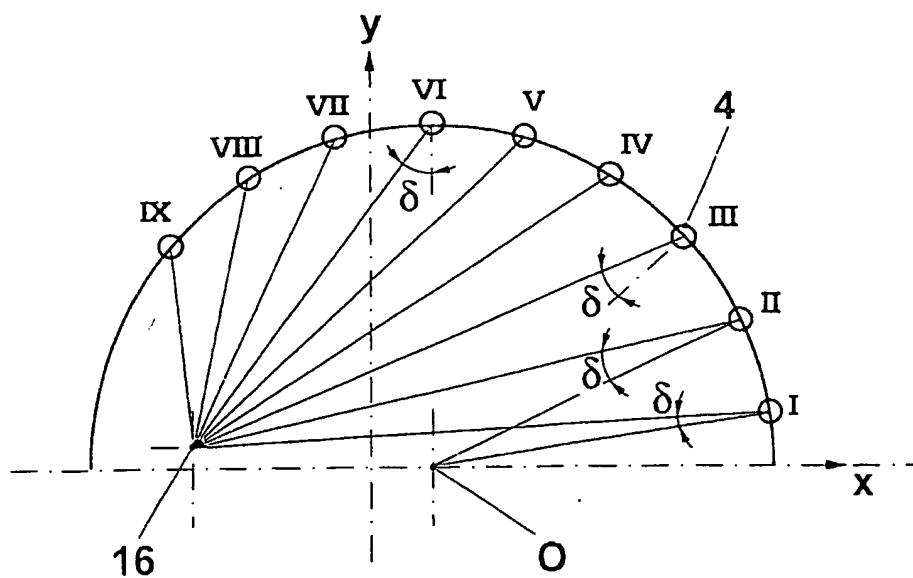


FIG. 6

6 / 7

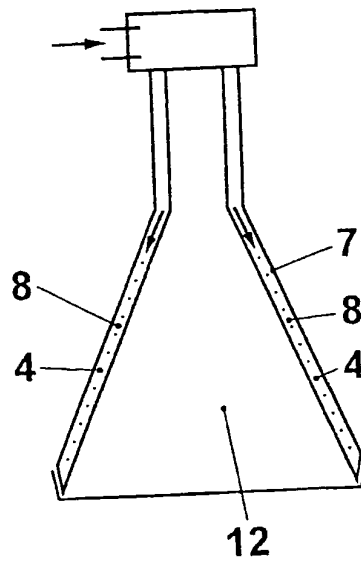


FIG. 7a

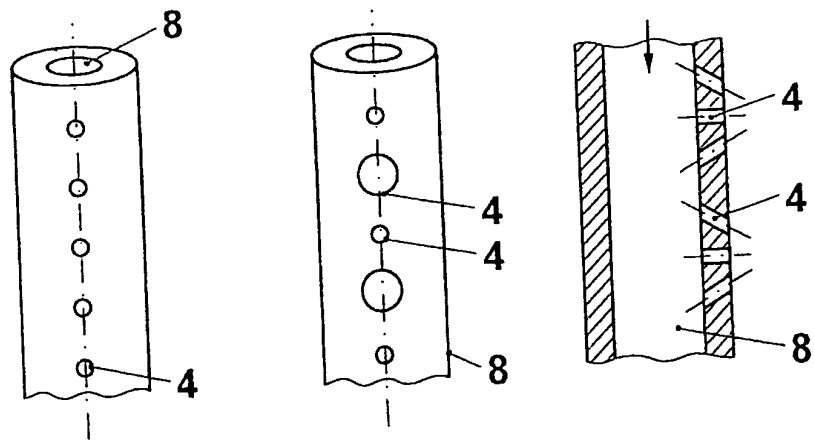


FIG. 7b

7 / 7

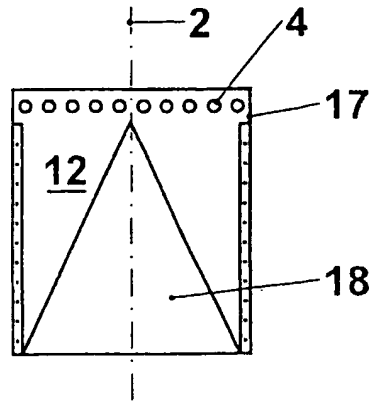


FIG. 8

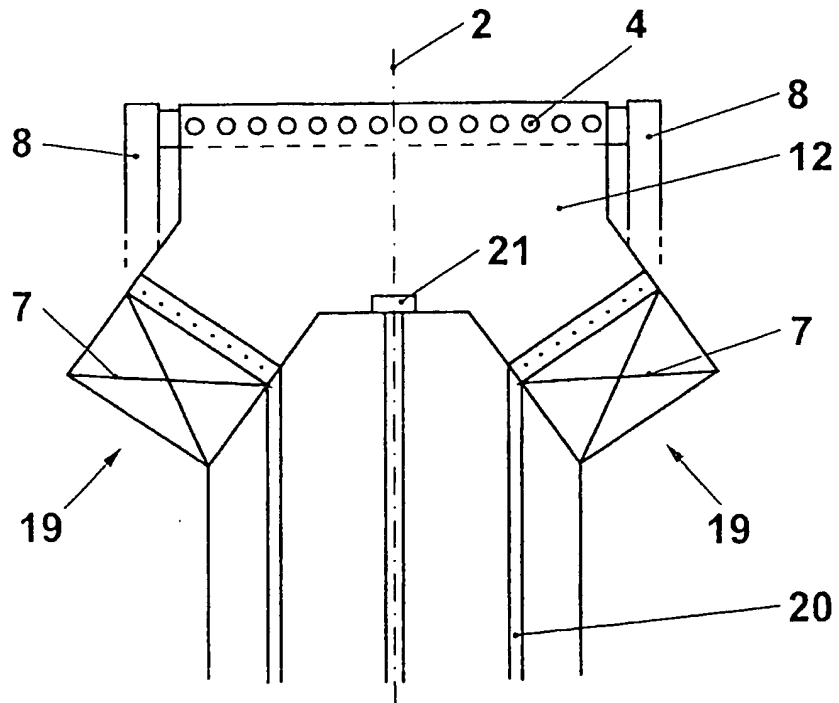


FIG. 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No. [REDACTED]

PCT/EP 03/50163

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 F23D14/62 F23R3/28 F23D17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

B. FIELDS SEARCHED

IPC 7	F23D	F23R
-------	------	------

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

FPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages
(a)	
(b)	
(c)	
(d)	
(e)	
(f)	
(g)	
(h)	
(i)	
(j)	
(k)	
(l)	
(m)	
(n)	
(o)	
(p)	
(q)	
(r)	
(s)	
(t)	
(u)	
(v)	
(w)	
(x)	
(y)	
(z)	

Relevant to claim No.

X

EP 0 924 463 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP)
23 June 1999 (1999-06-23)
page 3, line 41 - line 47
page 4, line 10 - line 41
figures 1,3

1, 7, 16,
24

Y

10-13,
17, 19,
22, 23, 25

14

EP 0 610 722 A (ABB RESEARCH LTD)
17 August 1994 (1994-08-17)
cited in the application
column 4, line 39 - line 43
column 5, line 8 - line 17
figure 1

10-13

1A

25

— / —

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

• Special categories of cited documents :

- * "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- * "E" earlier document but published on or after the international filing date
- * "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- * "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- * "P" document published prior to the International filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "G" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 September 2003

Date of mailing of the international search report

19/09/2003

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Mougey, M

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/50163

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 01 96785 A (HELLAT JAAN ;EROGLU ADNAN (CH); STUBER PETER (CH); ALSTOM SWITZERL) 20 December 2001 (2001-12-20) cited in the application page 20, line 22 -page 21, line 19 page 27, line 29 -page 28, line 23 figures 1,3,10 -----	17,19, 22,25
Y	EP 0 775 869 A (ABB RESEARCH LTD) 28 May 1997 (1997-05-28) column 6, line 34 -column 7, line 37 -----	23
A	US 6 162 049 A (THIJSSSEN JOHANNES H J ET AL) 19 December 2000 (2000-12-19) column 3, line 43 -column 4, line 26; figures 1,2 -----	2
A	EP 0 981 019 A (ASEA BROWN BOVERI) 23 February 2000 (2000-02-23) figures 1,2 column 3, line 22 - line 34 column 4, line 19 - line 35 column 5, line 28 - line 37 -----	1,2
A	US 5 738 509 A (ZIERER THOMAS ET AL) 14 April 1998 (1998-04-14) column 1, line 57 -column 2, line 14 column 3, line 19 - line 41; figures 1A-1C -----	2
A	EP 0 777 082 A (ABB RESEARCH LTD) 4 June 1997 (1997-06-04) figure 3 column 6, line 47 -column 7, line 6 -----	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/50163

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 0924463	A	23-06-1999	US 6176087 B1	23-01-2001
			EP 1340942 A2	03-09-2003
			EP 0924463 A2	23-06-1999
			JP 11237048 A	31-08-1999
			US 6513329 B1	04-02-2003
EP 0610722	A	17-08-1994	DE 4304213 A1	18-08-1994
			DE 59402785 D1	26-06-1997
			EP 0610722 A1	17-08-1994
			JP 6241423 A	30-08-1994
			US 5375995 A	27-12-1994
WO 0196785	A	20-12-2001	DE 10029607 A1	20-12-2001
			AU 7268201 A	24-12-2001
			EP 1292795 A1	19-03-2003
			WO 0196785 A1	20-12-2001
EP 0775869	A	28-05-1997	DE 19543701 A1	28-05-1997
			DE 59607621 D1	11-10-2001
			EP 0775869 A2	28-05-1997
			JP 9170729 A	30-06-1997
			US 5791892 A	11-08-1998
US 6162049	A	19-12-2000	NONE	
EP 0981019	A	23-02-2000	EP 0981019 A1	23-02-2000
US 5738509	A	14-04-1998	DE 19516798 A1	14-11-1996
			CN 1158958 A	10-09-1997
			DE 59610467 D1	03-07-2003
			EP 0742411 A2	13-11-1996
			JP 8303776 A	22-11-1996
EP 0777082	A	04-06-1997	DE 19545036 A1	05-06-1997
			CA 2190064 A1	03-06-1997
			EP 0777082 A2	04-06-1997
			JP 9178123 A	11-07-1997
			US 5727938 A	17-03-1998

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50163

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 F23D14/62 F23R3/28 F23D17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 F23D F23R

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	EP 0 924 463 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP) 23. Juni 1999 (1999-06-23) Seite 3, Zeile 41 - Zeile 47 Seite 4, Zeile 10 - Zeile 41 Abbildungen 1,3	1,7,16, 24
Y	---	10-13, 17,19, 22,23,25
Y	EP 0 610 722 A (ABB RESEARCH LTD) 17. August 1994 (1994-08-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 39 - Zeile 43 Spalte 5, Zeile 8 - Zeile 17 Abbildung 1	10-13
A	---	25
	--- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

12. September 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mougey, M

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
Y	WO 01 96785 A (HELLAT JAAN ;EROGLU ADNAN (CH); STUBER PETER (CH); ALSTOM SWITZERL) 20. Dezember 2001 (2001-12-20) in der Anmeldung erwähnt Seite 20, Zeile 22 -Seite 21, Zeile 19 Seite 27, Zeile 29 -Seite 28, Zeile 23 Abbildungen 1,3,10 ---	17,19, 22,25
Y	EP 0 775 869 A (ABB RESEARCH LTD) 28. Mai 1997 (1997-05-28) Spalte 6, Zeile 34 -Spalte 7, Zeile 37 ---	23
A	US 6 162 049 A (THIJSSSEN JOHANNES H J ET AL) 19. Dezember 2000 (2000-12-19) Spalte 3, Zeile 43 -Spalte 4, Zeile 26; Abbildungen 1,2 ---	2
A	EP 0 981 019 A (ASEA BROWN BOVERI) 23. Februar 2000 (2000-02-23) Abbildungen 1,2 Spalte 3, Zeile 22 - Zeile 34 Spalte 4, Zeile 19 - Zeile 35 Spalte 5, Zeile 28 - Zeile 37 ---	1,2
A	US 5 738 509 A (ZIERER THOMAS ET AL) 14. April 1998 (1998-04-14) Spalte 1, Zeile 57 -Spalte 2, Zeile 14 Spalte 3, Zeile 19 - Zeile 41; Abbildungen 1A-1C ---	2
A	EP 0 777 082 A (ABB RESEARCH LTD) 4. Juni 1997 (1997-06-04) Abbildung 3 Spalte 6, Zeile 47 -Spalte 7, Zeile 6 -----	1,6

INTERNATIONALES RESEARCH-BERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 03/50163

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0924463 A	23-06-1999	US 6176087 B1	23-01-2001
		EP 1340942 A2	03-09-2003
		EP 0924463 A2	23-06-1999
		JP 11237048 A	31-08-1999
		US 6513329 B1	04-02-2003
EP 0610722 A	17-08-1994	DE 4304213 A1	18-08-1994
		DE 59402785 D1	26-06-1997
		EP 0610722 A1	17-08-1994
		JP 6241423 A	30-08-1994
		US 5375995 A	27-12-1994
WO 0196785 A	20-12-2001	DE 10029607 A1	20-12-2001
		AU 7268201 A	24-12-2001
		EP 1292795 A1	19-03-2003
		WO 0196785 A1	20-12-2001
EP 0775869 A	28-05-1997	DE 19543701 A1	28-05-1997
		DE 59607621 D1	11-10-2001
		EP 0775869 A2	28-05-1997
		JP 9170729 A	30-06-1997
		US 5791892 A	11-08-1998
US 6162049 A	19-12-2000	KEINE	
EP 0981019 A	23-02-2000	EP 0981019 A1	23-02-2000
US 5738509 A	14-04-1998	DE 19516798 A1	14-11-1996
		CN 1158958 A	10-09-1997
		DE 59610467 D1	03-07-2003
		EP 0742411 A2	13-11-1996
		JP 8303776 A	22-11-1996
EP 0777082 A	04-06-1997	DE 19545036 A1	05-06-1997
		CA 2190064 A1	03-06-1997
		EP 0777082 A2	04-06-1997
		JP 9178123 A	11-07-1997
		US 5727938 A	17-03-1998

THIS PAGE BLANK (USPTO)